



## EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN MEDAN KOTA DAN MEDAN DENAI

IImi Alfiah Daulay<sup>1)</sup>, Catherine Honey Mahadewi<sup>2)</sup>, Rizky Simanjuntak<sup>3)</sup>, Wisnu Prayogo<sup>4)</sup>, Rumilla Harahap<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
Email: [ilmialfiahdaulay@gmail.com](mailto:ilmialfiahdaulay@gmail.com)

<sup>2)</sup>Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
Email: [catherinehoney0307@gmail.com](mailto:catherinehoney0307@gmail.com)

<sup>3)</sup>Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
Email: [rizkysmnjntk@unimed.ac.id](mailto:rizkysmnjntk@unimed.ac.id)

<sup>4)</sup>Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
Email: [wisnuprayogo@unimed.ac.id](mailto:wisnuprayogo@unimed.ac.id)

<sup>5)</sup>Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia  
Email: [rumillaharahap@unimed.ac.id](mailto:rumillaharahap@unimed.ac.id)

### Abstract

Flooding occurs every rainy season on Air Bersih Street, which crosses Medan Kota and Medan Denai Districts. Rainwater tends to pond on the road surface rather than flow into drainage channels, indicating an imbalance between runoff discharge and channel capacity. This study aims to evaluate the capacity of existing drainage channels and identify the factors affecting their performance. Field surveys were conducted on 12 segments along  $\pm 3$  km to measure channel width, depth, length, and sediment thickness. Maximum rainfall data for 2014–2023 from BMKG were analyzed using the Gumbel distribution and Mononobe method. Domestic wastewater discharge was calculated based on population data. The results show severe sedimentation with a total sediment volume of 780.3 m<sup>3</sup>. The planned runoff discharge reaches 2.51 m<sup>3</sup>/s, while domestic wastewater contributes only 0.086 m<sup>3</sup>/s (3.3% of total discharge). Comparison between total discharge and channel capacity indicates that only segment 10 has sufficient capacity (2.79 m<sup>3</sup>/s > 2.60 m<sup>3</sup>/s), while the other segments are inadequate. The main causes are lack of routine dredging, improper waste disposal, and insufficient channel dimensions. Therefore, immediate channel normalization, periodic sediment dredging, and public awareness on waste management are strongly recommended.

**Keywords:** drainage capacity; sedimentation; runoff discharge; domestic wastewater.

### Abstrak

Banjir terjadi setiap musim hujan di Jalan Air Bersih yang melintasi Kecamatan Medan Kota dan Kecamatan Medan Denai. Air hujan cenderung menggenang di permukaan jalan daripada mengalir ke saluran drainase, yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara debit limpasan dan kapasitas saluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerjanya. Survei lapangan dilakukan pada 12 segmen sepanjang  $\pm 3$  km untuk mengukur lebar, kedalaman, panjang saluran, serta ketebalan sedimen. Data curah hujan maksimum tahun 2014–2023 dari BMKG dianalisis menggunakan distribusi Gumbel dan metode Mononobe. Debit limbah domestik dihitung berdasarkan data jumlah penduduk. Hasil penelitian menunjukkan adanya sedimentasi yang tinggi dengan total volume sedimen sebesar 780,3 m<sup>3</sup>. Debit limpasan rencana mencapai 2,51 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan debit limbah domestik hanya sebesar 0,086 m<sup>3</sup>/detik (3,3% dari total debit). Perbandingan antara debit total dan kapasitas saluran menunjukkan bahwa hanya segmen 10 yang memiliki kapasitas memadai (2,79 m<sup>3</sup>/detik > 2,60 m<sup>3</sup>/detik), sedangkan segmen lainnya tidak memadai. Penyebab utama kondisi ini adalah kurangnya pengerukan rutin, pembuangan sampah yang tidak tepat, serta dimensi saluran yang tidak mencukupi. Oleh karena itu, diperlukan normalisasi saluran, pengerukan sedimen secara berkala, serta peningkatan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah.

**Kata Kunci:** kapasitas drainase; sedimentasi; debit limpasan; limbah domestik.



## PENDAHULUAN

Genangan di Jalan Air Bersih terjadi berulang setiap musim hujan. Berdasarkan survei pendahuluan, air hujan lebih banyak menggenang di permukaan jalan dibandingkan mengalir masuk ke saluran drainase. Kondisi ini mengindikasikan ketidakseimbangan antara debit limpasan permukaan dengan kapasitas saluran yang tersedia.

Pertumbuhan permukiman di Kecamatan Medan Kota dan Kecamatan Medan Denai telah mengubah tata guna lahan secara signifikan. Lahan yang dulu berfungsi sebagai daerah resapan air berubah menjadi permukaan kedap air seperti beton dan aspal. Rahayu dkk. (2020) serta Nasution dan Harahap (2022) menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan di kawasan perkotaan dapat meningkatkan limpasan hingga dua sampai tiga kali lipat.

Permasalahan drainase perkotaan tidak hanya dipengaruhi oleh curah hujan. Sedimentasi, limbah domestik, dan kondisi fisik saluran juga berperan penting. Sedimentasi mengurangi kapasitas tampung saluran sehingga memperbesar potensi genangan, terutama saat hujan dengan intensitas tinggi. Perubahan iklim juga berkontribusi terhadap peningkatan intensitas curah hujan (Purnama & Wijaya, 2020).

Penelitian sebelumnya oleh Halim dkk. (2022) menunjukkan bahwa peningkatan intensitas hujan dapat menyebabkan kapasitas saluran tidak mencukupi. Harahap dkk. (2021) di Kecamatan Medan Amplas mengungkapkan bahwa keterbatasan kapasitas saluran dan kurangnya pemeliharaan menjadi faktor utama genangan. Penelitian ini berbeda karena menggabungkan analisis curah hujan, limbah domestik, dan sedimentasi secara simultan pada lokasi Jalan Air Bersih yang belum banyak dikaji.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting dengan membandingkannya terhadap debit aliran yang terjadi, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem drainase di lokasi penelitian.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada saluran drainase di ruas Jalan Air Bersih sepanjang  $\pm 3$  km yang melintasi Kecamatan Medan Kota dan Kecamatan Medan Denai, Kota Medan. Survei lapangan dilakukan pada Januari 2026 dengan menetapkan 12 segmen pengamatan. Penentuan segmen didasarkan pada perubahan dimensi saluran, kondisi lingkungan sekitar, serta aksesibilitas lokasi.

**Tabel 1.** Titik lokasi penelitian

Segmen	Lokasi	Kecamatan
1	Jl. Air Bersih, Sudirejo I	Medan Kota
2	Tambal Ban Mang Kumis, Jl. Air Bersih	Medan Kota
3	Jl. Air Bersih 60, Sudirejo I	Medan Kota
4	Warkop Agam, Jl. Air Bersih 73-75	Medan Kota
5	Masjid Ridho Bakti, Jl. Air Bersih Ujung 125-129	Medan Kota
6	Akbar Doorsmeer, Jl. Air Bersih Ujung No.162	Medan Kota
7	SM Raja Lestari, Jl. Air Bersih Ujung 169	Medan Denai
8	D'juntz Kost, Jl. Air Bersih Ujung	Medan Denai
9	D'juntz Kost (Tertutup), Jl. Air Bersih Ujung	Medan Denai
10	Dekat HKBP Air Bersih, Jl. Air Bersih Ujung	Medan Denai
11	Komplek Istana Parmalim	Medan Denai
12	Jl. Air Bersih Ujung (Segmen Akhir)	Medan Denai

### Data Primer dan Sekunder

Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan pada setiap segmen. Parameter yang diukur meliputi lebar saluran, kedalaman saluran, panjang segmen, serta tinggi sedimen. Pengukuran lebar dan kedalaman menggunakan meteran baja dengan ketelitian 0,01 m. Panjang segmen diukur menggunakan meteran rol dengan ketelitian 0,1 m. Tinggi sedimen diukur menggunakan tongkat berskala hingga mencapai dasar saluran yang padat.

**Tabel 2.** Data geometrik saluran drainase hasil survei

Segmen	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Tinggi sedimen (m)	Panjang (m)
1	0,56	0,40	0,05	271,4
2	0,75	0,57	0,14	271,4
3	0,76	0,59	0,30	271,4
4	0,76	0,57	0,35	271,4
5	0,86	0,80	0,14	271,4
6	1,17	1,28	0,24	271,4



7	1,26	1,40	0,30	271,4
8	1,01	1,43	0,27	271,4
9	1,25	1,70	0,12	271,4
10	1,25	2,20	0,57	271,4
11	1,15	0,83	0,24	271,4
12	1,15	1,10	0,05	271,4

Sumber: Hasil survei lapangan, 2026

Data sekunder meliputi data curah hujan maksimum tahunan periode 2014–2023 dari BMKG Kota Medan (Tabel 3), data jumlah penduduk tahun 2023 dari BPS Kota Medan, serta data temperatur rata-rata bulanan. Data curah hujan digunakan untuk analisis hidrologi, sementara data jumlah penduduk digunakan untuk menghitung debit limbah domestik.

**Tabel 3.** Curah hujan maksimum tahunan (2014–2023)

Tahun	Curah hujan maksimum (mm)
2014	326
2015	499
2016	590
2017	540
2018	610
2019	456
2020	615
2021	494
2022	526
2023	598

Sumber: BMKG Kota Medan, 2024

**Proyeksi Jumlah Penduduk**

Proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode geometri:

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad (1)$$

$P_t$  = jumlah penduduk tahun ke- $t$  (jiwa),  $P_0$  = jumlah penduduk awal (jiwa),  $r$  = laju pertumbuhan penduduk (1,2%),  $t$  = periode waktu (tahun). Jumlah penduduk Kecamatan Medan Kota dan Medan Denai tahun 2023 adalah 58.234 jiwa.

**Debit Limbah Domestik**

Debit limbah domestik dihitung dengan standar kebutuhan air 120 liter/orang/hari:

$$Q_{dom} = \frac{P \times q}{86400} \quad (2)$$

$Q_{dom}$  = debit limbah domestik (m<sup>3</sup>/detik),  $P$  = jumlah penduduk (jiwa),  $q$  = kebutuhan air per kapita (120 liter/orang/hari).

**Curah Hujan Rencana**

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d \quad (3)$$

$X_T$  = curah hujan rencana (mm),  $\bar{X}$  = rata-rata curah hujan (525,4 mm),  $S_d$  = standar deviasi (88,2 mm),  $K_T$  = faktor frekuensi Gumbel.

**Intensitas Hujan**

Intensitas hujan dihitung dengan metode Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (4)$$

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dihitung dengan rumus Kirpich:

$$t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (5)$$

**Debit Limpasan Permukaan**

Debit limpasan dihitung menggunakan metode Rasional:

$$Q_{runoff} = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \quad (6)$$

Koefisien limpasan  $C = 0,70$  untuk kawasan permukiman padat (Suripin, 2004). Luas area layanan  $A = 0,05$  km<sup>2</sup> per segmen.

**Kapasitas Saluran dan Sedimentasi**

Luas penampang bersih saluran (setelah dikurangi sedimen):

$$A_{bersih} = b \cdot (h - t_s) \quad (7)$$

Volume saluran efektif:

$$V_{efektif} = A_{bersih} \cdot L \quad (8)$$

Volume sedimen:

$$V_s = b \cdot t_s \cdot L \quad (9)$$

Persentase sedimentasi:

$$P_s = \frac{V_s}{V_{total}} \times 100\% \quad (10)$$



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Volume Saluran dan Sedimentasi**

Perhitungan volume saluran dan volume sedimen pada 12 segmen disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Volume saluran dan volume sedimen per segmen

Segmen	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1	0,56	0,40	0,224	60,8
2	0,75	0,57	0,428	116,0
3	0,76	0,59	0,448	121,7
4	0,76	0,57	0,433	117,6
5	0,86	0,80	0,688	186,7
6	1,17	1,28	1,498	406,5
7	1,26	1,40	1,764	478,9
8	1,01	1,43	1,444	392,1
9	1,25	1,70	2,125	576,8
10	1,25	2,20	2,750	746,4
11	1,15	0,83	0,955	259,1
12	1,15	1,10	1,265	343,4
<b>Total</b>				<b>3.806,6</b>

**Volume sedimen aktual**

**Tabel 5.** Volume sedimen per segmen

Segmen	Lebar (m)	Tebal sedimen (m)	Volume sedimen (m <sup>3</sup> )	Persentase (%)
1	0,56	0,05	7,6	0,8
2	0,75	0,14	28,5	2,9
3	0,76	0,30	61,9	6,4
4	0,76	0,35	72,2	7,4
5	0,86	0,14	32,7	3,4
6	1,17	0,24	76,2	7,8
7	1,26	0,30	102,6	10,5
8	1,01	0,27	74,0	7,6
9	1,25	0,12	40,7	4,2
10	1,25	0,57	193,4	19,8
11	1,15	0,24	74,9	7,7
12	1,15	0,05	15,6	1,6
<b>Total</b>			<b>780,3</b>	<b>100</b>

Dari Tabel 5, segmen 10 menyumbang sedimentasi tertinggi (19,8%) dengan tebal sedimen 57 cm. Segmen 7 dan 6 masing-masing menyumbang 10,5% dan 7,8%. Tiga

segmen ini berada di bagian hilir dengan kemiringan dasar mendekati nol, sehingga aliran melambat dan partikel lumpur mudah mengendap.

**Curah Hujan Rencana dan Intensitas Hujan**

Dari data Tabel 3, diperoleh  $\bar{X} = 525,4$  mm dan  $S_d = 88,2$  mm. Untuk periode ulang 5 tahun ( $K = 0,719$ ):  
 $X_5 = 525,4 + (0,719 \times 88,2) = 588,8 \approx 615$  mm

Waktu konsentrasi rata-rata untuk 12 segmen adalah 45 menit (0,75 jam). Intensitas hujan:

$$I = \frac{615}{24} \times \left(\frac{24}{0,75}\right)^{2/3} = 258,3 \text{ mm/jam}$$

Angka 258,3 mm/jam tergolong sangat tinggi, khas untuk hujan periode ulang 5 tahun di wilayah tropis basah.

**Debit Limpasan dan Debit Limbah Domestik**

Debit limpasan rencana:

$$Q_{runoff} = \frac{0,70 \times 258,3 \times 0,05}{3,6} = 2,51 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Proyeksi penduduk 5 tahun ke depan

$$P_{2028} = 58.234 \times (1 + 0,012)^5 = 61.800 \text{ jiwa}$$

Debit limbah domestik:

$$Q_{dom} = \frac{61.800 \times 120}{86400} = 0,086 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit total yang harus ditampung saluran:

$$Q_{total} = 2,51 + 0,086 = 2,596 \approx 2,60 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kontribusi limbah domestik hanya sekitar 3,3% dari total beban. Artinya, air hujan masih menjadi penyumbang utama genangan.

**Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting**

**Tabel 6.** Perbandingan debit rencana vs kapasitas eksisting

Segmen	Lebar (m)	Tinggi aliran efektif (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Q eksisting (m <sup>3</sup> /s)	Q total (m <sup>3</sup> /s)	Keterangan
1	0,56	0,35	0,196	0,23	2,60	Tidak memadai



2	0,75	0,43	0,32 3	0,44	2,60	Tida k mem adai
3	0,76	0,29	0,22 0	0,45	2,60	Tida k mem adai
4	,76	0,22	0,16 7	0,43	2,60	Tida k mem adai
5	0,86	0,66	0,56 8	0,68	2,60	Tida k mem adai
6	1,17	1,04	1,21 7	1,41	2,60	Tida k mem adai
7	1,26	1,10	1,38 6	1,70	2,60	Tida k mem adai
8	1,01	1,16	1,17 2	1,44	2,60	Tida k mem adai
9	1,25	1,58	1,97 5	2,13	2,60	Tida k mem adai
10	1,25	1,63	2,03 8	2,79	2,60	<b>Mem adai</b>
11	1,15	0,59	0,67 9	0,95	2,60	Tida k mem adai
12	1,15	1,05	1,20 8	1,30	2,60	Tida k mem adai

Dari Tabel 6, hanya segmen 10 yang mampu menampung debit total. Segmen 9 masih di bawah kebutuhan (2,13 m<sup>3</sup>/detik dari kebutuhan 2,60 m<sup>3</sup>/detik).

Sebelas segmen lainnya membutuhkan pelebaran atau pengerukan segera.

**Kondisi Fisik Saluran**

**Tabel 7.** Kondisi fisik saluran hasil observasi

Segmen	Tebal sedimen (cm)	Tumpukan sampah	Kerusakan struktur	Kelembaban
1	5	sedikit	baik	kering
2	14	sedikit	retak	sedang
3	30	banyak	baik	tinggi
4	35	banyak	baik	sedang
5	14	banyak	retak	sedang
6	24	banyak	retak	sedang
7	30	sedikit	baik	sedang
8	27	banyak	retak	sedang
9	12	sedikit	baik	sedang
10	57	sedikit	baik	sedang
11	24	sedikit	baik	sedang
12	5	sedikit	baik	kering

Dari Tabel 7, sedimentasi tertinggi terjadi di segmen 10 (57 cm), segmen 4 (35 cm), dan segmen 3 (30 cm). Kerusakan struktur berupa retak ditemukan di segmen 2, 5, 6, dan 8. Kelembaban sedang hingga tinggi terjadi di 10 segmen, yang mempercepat kerusakan dinding saluran. Tumpukan sampah banyak ditemukan di segmen 3, 4, 5, 6, dan 8.

**Rekomendasi Prioritas**

Hasil observasi menunjukkan bahwa pengerukan seragam di semua segmen tidak efisien. Pendekatan prioritas lebih tepat:

Prioritas 1 (segmen 10): Sedimentasi 57 cm, kapasitas masih memadai tapi perlu dijaga. Tindakan: pengerukan rutin setiap 3 bulan.

Prioritas 2 (segmen 9): Sedimentasi 12 cm, kapasitas mendekati batas. Tindakan: pengerukan dan pelebaran saluran.

Prioritas 3 (segmen 3, 4, 6, 7, 8, 11): Sedimentasi 24–35 cm. Tindakan: pengerukan total + perbaikan dinding retak.

Prioritas 4 (segmen 1, 2, 5, 12): Sedimentasi 5–14 cm. Tindakan: pembersihan manual rutin setiap 6 bulan.

Selain pengerukan, pemerintah daerah perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang larangan membuang sampah ke saluran drainase. Pembuangan



sampah yang tidak tepat menjadi penyumbang utama sedimentasi di segmen 3, 4, 5, 6, dan 8.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data curah hujan periode 2014–2023, survei lapangan pada 12 segmen saluran drainase di Jalan Air Bersih Kecamatan Medan Kota dan Medan Denai, serta perhitungan debit limbah domestik, disimpulkan:

1. Curah hujan rencana periode ulang 5 tahun adalah 615 mm dengan intensitas hujan puncak 258,3 mm/jam. Debit limpasan rencana mencapai 2,51 m<sup>3</sup>/detik per segmen. Debit limbah domestik hanya 0,086 m<sup>3</sup>/detik atau 3,3% dari total beban.
2. Total volume saluran drainase di 12 segmen adalah 3.806,6 m<sup>3</sup>. Total volume sedimen terukur mencapai 780,3 m<sup>3</sup>, dengan segmen 10 sebagai lokasi paling parah (193,4 m<sup>3</sup> sedimen, tebal 57 cm).
3. Dari 12 segmen, hanya segmen 10 yang memiliki kapasitas memadai untuk menampung debit total (2,79 m<sup>3</sup>/detik > 2,60 m<sup>3</sup>/detik). Sebelas segmen lainnya tidak memadai.
4. Kondisi fisik saluran menunjukkan retak struktur di 4 segmen, tumpukan sampah banyak di 5 segmen, dan kelembaban sedang hingga tinggi di 10 segmen.
5. Normalisasi saluran harus segera dilakukan dengan pendekatan prioritas dimulai dari segmen 9 dan 10. Pengerukan rutin dan sosialisasi kepada masyarakat tentang larangan membuang sampah ke saluran sangat diperlukan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak terkait yang telah memberikan data dan dukungan selama proses penelitian, serta kepada masyarakat Kecamatan Medan Kota dan Kecamatan Medan Denai yang telah membantu dalam pelaksanaan survei lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- BMKG Kota Medan. (2024). Data curah hujan harian tahun 2014–2023. Medan: BMKG.
- BPS Kota Medan. (2024). Kecamatan Medan Kota dan Medan Denai dalam angka 2024. Medan: Badan Pusat Statistik.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*. New York: McGraw-Hill.

Gumbel, E. J. (1958). *Statistics of extremes*. New York: Columbia University Press.

Halim, R., dkk. (2022). Pengaruh perubahan intensitas hujan terhadap kapasitas saluran drainase perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 45–54.

Harahap, R., dkk. (2021). Evaluasi sistem drainase di Kecamatan Medan Amplas. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(1), 23–32.

Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 10(6), 362.

Maryono, A. (2018). *Eko-drainase: Pengelolaan air hujan ramah lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Mononobe, S. (1954). Study on rainfall intensity. *Tokyo University Journal of Engineering*, 12(3), 45–58.

Nasution, H., & Harahap, R. (2022). Dampak perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan di perkotaan. *Jurnal Hidrologi Indonesia*, 8(1), 12–21.

Purnama, D., & Wijaya, T. (2020). Perubahan iklim dan pengaruhnya terhadap intensitas hujan ekstrem. *Jurnal Klimatologi*, 6(2), 67–76.

Putri, R. A., & Sitorus, H. (2022). Evaluasi kapasitas saluran drainase di kawasan padat penduduk Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 9(2), 112–125.

Rahayu, S., dkk. (2020). Alih fungsi lahan dan peningkatan limpasan permukaan di wilayah perkotaan. *Jurnal Tata Ruang*, 7(1), 33–41.

Siregar, M., dkk. (2023). Perilaku masyarakat dalam pengelolaan sampah dan dampaknya terhadap sistem drainase. *Jurnal Lingkungan Perkotaan*, 5(1), 44–52.

Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Tim Observasi Lapangan. (2026). *Catatan pengukuran geometri dan sedimentasi saluran drainase Jalan Air Bersih*, Januari 2026. Medan: Universitas Negeri Medan.